RACCORDEMENT D'UNE PRODUCTION DÉCENTRALISÉE SUR LE RÉSEAU HTA
IMPACT SUR LE PLAN DE PROTECTION

A 1232p1d V1.1

Le présent document est mis à disposition par ÉS pour l'information du lecteur.

Celui-ci reconnaît implicitement que l'usage qu'il pourra en faire, ainsi que les conséquences en résultant pour lui ou d'autres tiers concernés par cet usage, ne sauraient engager la responsabilité d'ÉS à quelque titre que ce soit.

La réutilisation de tout ou partie de ce document sans référence à son auteur original sera considérée comme une utilisation non autorisée, à laquelle ÉS pourra donner toutes suites relevant du non respect du droit de la propriété intellectuelle.

La transmission pour information du présent document dans sa présentation intégrale, le présent paragraphe compris, est autorisée.

Objet de l'étude

Déterminer au vue du plan de protection contre les courts-circuits entre phases, la possibilité de raccordement ainsi que le type des protections ampèremétriques à installer (classique ou directionnelle) ainsi que les plages de réglage des protections suivantes :

- générale NFC 13-100 du site à raccorder
- ampèremétrique de phase du départ HTA de raccordement du site à raccorder

A) Hypothèses et modélisation

Ce qui est dénommé *puissance de court-circuit HTB normale* correspond à la valeur atteinte lorsque le réseau HTB est en schéma normal.

Ce qui est dénommé *puissance de court-circuit HTB minimum* correspond à la valeur atteinte avec un schéma d'alimentation du poste HTB/HTA en situation peu fréquente quelques semaines par an, c'est à dire **pendant au moins 5 % du temps** sur une année.

Ce qui est dénommé P*max est la somme des contributions des charges HTA à la pointe à température normale **toute(s) production(s) décentralisée(s) découplée(s).**

Le calcul des courants de court circuit triphasés et biphasés apportés par les machines sera fait selon la norme CEI 60-909 dans le régime transitoire.

Ce qui est dénommé *défaut biphasé* sur un ouvrage correspond au défaut biphasé minimum (courant de défaut le plus faible) sur l'ouvrage considéré.

Ce qui est dénommé *schéma départ secourant* correspond au schéma usuel de secours HTA dans lequel le départ N du producteur reprend le départ S.

Ce qui est dénommé *schéma départ secouru* correspond au schéma usuel de secours HTA dans lequel le départ N du producteur est repris par le départ S.

Ce qui est dénommé *schéma transformateur secourant* correspond au schéma usuel de secours dans lequel le transformateur desservant le producteur en schéma normal reprend une partie ou la totalité de la charge d'un autre transformateur du poste source.

Ce qui est dénommé *schéma transformateur secouru* correspond au schéma usuel de secours dans lequel la charge du transformateur desservant le producteur en schéma normal est reprise par un autre transformateur du même poste source.

Modélisation des sources HTB et producteurs :

Les producteurs sont modélisés selon le type de machine :

- machines synchrones :
  - puissance nominale S_n
  - réactance subtransitoire x''_d
  - réactance inverse x_i
  - facteur de puissance cos φ_n

- machines asynchrones :
  - puissance nominale S_n
  - rapport I_d/I_n
  - nombre de paires de pôles
  - facteur de puissance cos φ_n

- Cas particulier des producteurs éoliens :

Les aérogénérateurs éoliens sont classées en 6 familles représentatives des différentes technologies existantes. Ces familles sont définies dans le document « Mode d'emploi des fiches de collectes détaillées » disponible sur le site internet d'**ÉS** à la rubrique Accès aux réseaux, Accès pour les producteurs. Les hypothèses de modélisation suivantes sont retenues :

☞ Eoliennes de Famille type 1

Elles se modélisent comme des machines synchrones.

☞ Eoliennes de Familles types 2 et 3

Elles se modélisent comme des machines asynchrones. Pour la famille 3, on réalise l'étude avec la machine donnant le plus grand produit suivant : Sn x Id/In (normalement, il s'agit de la machine de plus forte puissance).

☞ Eoliennes de Famille type 4

Chaque constructeur sera analysé par le groupe de travail « Production Autonome d'Electricité » sur la base de rapport d'essai ou de simulation fournis par le producteur.

Si les machines ne se comportent pas comme une machine asynchrone ou une machine synchrone, elles sont modélisées suivant les préconisations faites par la CEI 60-909 pour les moteurs asynchrones à convertisseurs statiques pouvant fonctionner au freinage par récupération d'énergie.

☞ Eoliennes de Famille type 5

Pour la famille 5, on réalise l'étude avec les caractéristiques propres de la machine, c'est à dire sans tenir compte de l'impédance d'enroulement rotorique que peut rajouter le dispositif couplé au rotor.

☞ Eoliennes de Famille type 6

Chaque constructeur sera analysé par le groupe de travail « Production Autonome d'Electricité » sur la base de rapport d'essai ou de simulation fournis par le producteur.

Si les machines ne se comportent pas comme une machine asynchrone ou une machine synchrone, elles sont modélisées suivant les préconisations faites par la CEI 60-909 pour les moteurs asynchrones à convertisseurs statiques pouvant fonctionner au freinage par récupération d'énergie.

Nota bene : Dans des cas particuliers, hors modèles de la CEI 60-909, les machines peuvent être représentées différemment dans l'étude de courant de court-circuit et dans l'étude de plan de protection car la constante de temps est différente. En effet, on considère :

- l'ensemble du temps cumulé d'application du défaut dans l'étude Icc
- seulement les premiers instants correspondant au temps de fonctionnement du plan de protection.

B) <u>Protection C13-100 : détermination de la solution de raccordement et réglage</u>

Cette étude doit être conduite pour le schéma normal HTA + le schéma normal poste source

On calcule les courants de court-circuit pour les 3 cas de défaut suivants :

- défaut 1 : court-circuit biphasé chez le producteur (en incluant son réseau), aucun autre producteur en service (calcul du courant I_{ccbi} au niveau de la protection C 13-100). Ce calcul s'effectue pour la P_{CC} *HTB minimum*.
- défaut 2 : court-circuit triphasé au point de livraison du producteur, producteur à étudier en service (calcul du courant $I_{cctri\ G}$ remontant au niveau de la protection C 13-100),
- défaut 3 : court-circuit biphasé au point de livraison du producteur, producteur à étudier en service (calcul du courant $I_{ccbi\ G}$ remontant au niveau de la protection C 13-100).

N.B. : Pour les défauts 2 et 3, le réseau HTB ne contribuant pas au courant de court-circuit remontant au niveau de la protection C 13-100, la P_{CC} HTB utilisée n'a pas d'influence.

On vérifie qu'un réglage est possible en respectant les conditions suivantes :

$I_{réglage} < 0{,}8\ I_{ccbi}$: condition essentielle de sécurité, permet de garantir l'élimination des courts-circuits les plus lointains dans l'installation du producteur.

$I_{réglage} \geq 1{,}3\ I_M$: condition essentielle de fonctionnement, permet l'injection de la production sans déclenchement intempestif

$I_{réglage} \geq 1{,}2\ I_{cctriG}$: évite les déclenchements non désirés du disjoncteur général du poste de livraison lors d'un défaut triphasé sur le réseau HTA

$I_{réglage} \geq 1{,}2\ I_{ccbiG}$: évite les déclenchements non désirés du disjoncteur général du poste de livraison lors d'un défaut biphasé sur le réseau HTA

$I_{réglage} \geq 5$ à $8\ I_B$: évite les déclenchements non désirés à la mise sous tension simultanée de la totalité des équipements du site

avec :

I_B = Σ des courants assignés des appareils susceptibles d'être mis simultanément sous tension par le réseau, transformateurs élévateurs des machines compris,
I_M : Courant maximal physiquement injecté ou soutiré sur le réseau HTA en régime permanent par l'installation de production.

N.B. : pour les cas posant difficulté, la valeur de 5 à 8 I_B peut être remplacée par la valeur Σ I_d/I_n des transformateurs mis simultanément sous tension par le réseau.

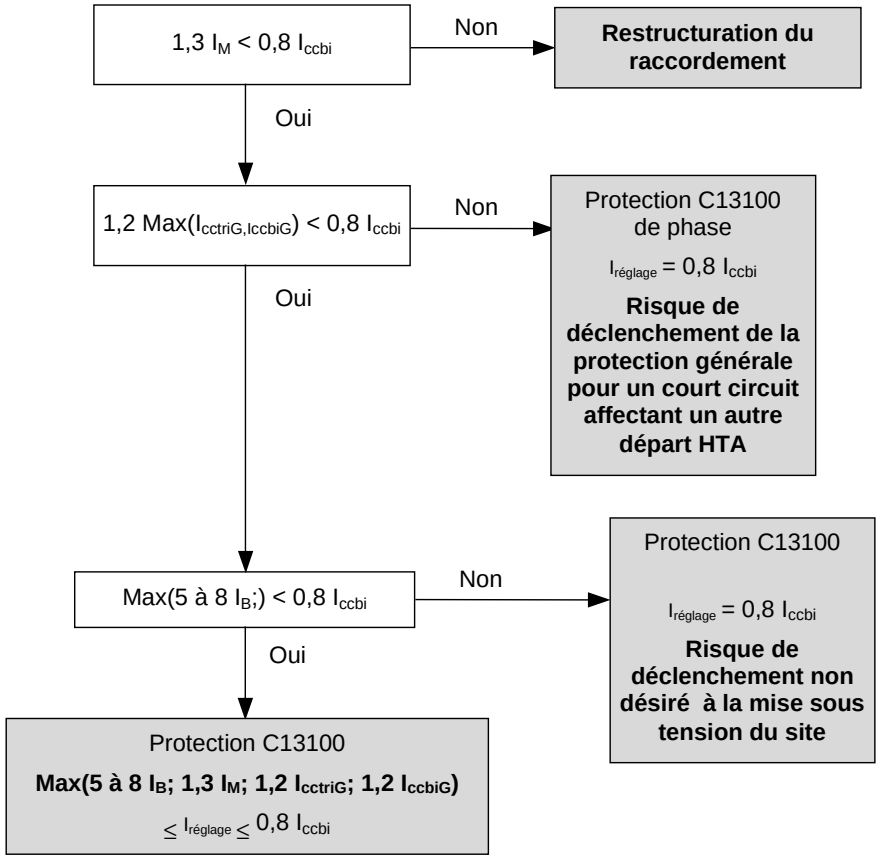
Détermination de la solution de raccordement

Si 1,3 I_M > 0,8 I_{ccbi}, le site avec le raccordement étudié ne pourra pas être protégé, il faut revoir la structure de raccordement.

Si 1,2 Max(I_{cctriG}, I_{ccbiG}) > 0,8 I_{ccbi}, la protection ampèremètrique de phase réglée à un seuil < **0,8 I_{ccbi}** sera susceptible de déclencher en cas de court circuit affectant le départ de raccordement notamment le tronçon de liaison au poste source.

Si 5 à 8 IB > 0,8 I_{ccbi} un réglage est possible mais certaines remises sous tension du site pourront donner lieu au déclenchement non désiré du disjoncteur général du poste de livraison.

On suivra donc l'arbre de réglage suivant.


1,3 I_M < 0,8 I_{ccbi}
Non
Restructuration du raccordement
Oui
1,2 Max(I_{cctriG},I_{ccbiG}) < 0,8 I_{ccbi}
Non
Protection C13100 de phase
$I_{réglage}$ = 0,8 I_{ccbi}
Risque de déclenchement de la protection générale pour un court circuit affectant un autre départ HTA
Oui
Max(5 à 8 I_B;) < 0,8 I_{ccbi}
Non
Protection C13100
$I_{réglage}$ = 0,8 I_{ccbi}
Risque de déclenchement non désiré à la mise sous tension du site
Oui
Protection C13100
Max(5 à 8 I_B; 1,3 I_M; 1,2 I_{cctriG}; 1,2 I_{ccbiG})
≤ $I_{réglage}$ ≤ 0,8 I_{ccbi}

C) Protection du départ du producteur : détermination de la solution de raccordement et réglage

Cette étude doit être conduite en schéma départ secourant (N+S) pour le schéma normal du poste source, la *Pcc HTB* étant prise à son *minimum*.

On calcule les courants de court-circuit pour les cas suivants :

- défaut 1 : court-circuit biphasé au point le plus impédant du départ HTA du site *en schéma départ secourant* (calcul du courant I_{ccbi} apporté par le poste au niveau de la protection départ).
- défaut 2 : court-circuit défaut triphasé sur la tête de câble d'un autre départ du poste source *en schéma départ secourant* (calcul du courant $I_{cctri\ G}$ remontant au niveau de la protection départ),
- défaut 3 : court-circuit biphasé sur la tête de câble d'un autre départ du poste source *en schéma départ secourant* (calcul du courant $I_{ccbi\ G}$ remontant au niveau de la protection départ).

Pour ces trois calculs, le producteur étudié et les autres producteurs raccordés sur le départ HTA sont couplés. Seuls les producteurs raccordés sur le départ S et autorisés à produire dans le schéma de secours sont couplés. Les producteurs raccordés sur les autres départs sont découplés.

On vérifie qu'un réglage est possible en respectant les conditions suivantes :

$I_{réglage} < 0{,}8\ I_{ccbi}$: condition essentielle de sécurité, permet de garantir l'élimination des courts-circuits les plus lointains *sur le départ secouru*

$I_{réglage} \geq 1{,}3\ I_p$: condition essentielle de fonctionnement, permet l'injection de la production ou l'alimentation des charges sans déclenchement intempestif

$I_{réglage} \geq 1{,}2\ I_{cctri\ G}$: évite les déclenchements non désirés du départ HTA lors d'un court-circuit triphasé sur un autre départ HTA

$I_{réglage} \geq 1{,}2\ I_{ccbiG}$: évite les déclenchements non désirés du départ HTA lors d'un court-circuit biphasé sur un autre départ HTA

avec : I_p = Courant de transit maximal en régime permanent (en schémas normal et de secours usuel HTA) sur le départ (en absorption ou en refoulement de puissance).

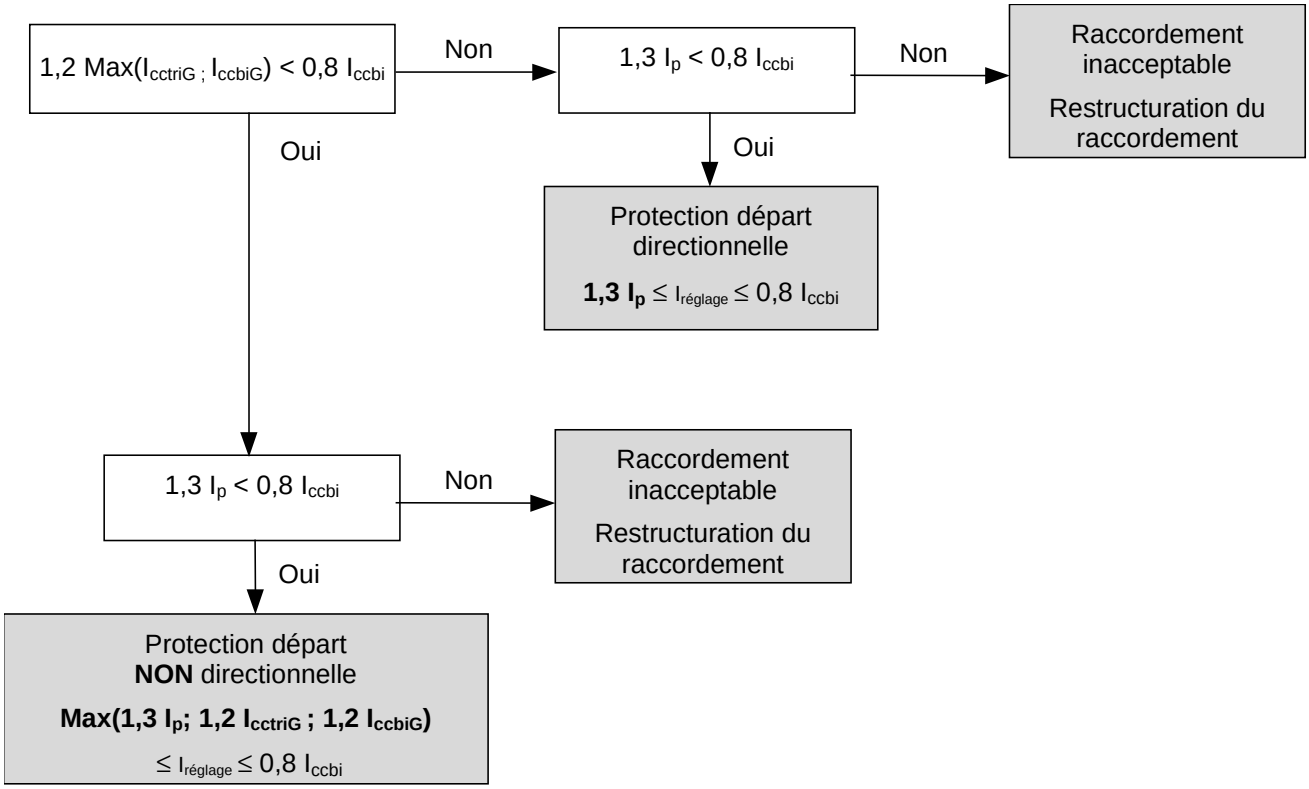
Détermination de la solution de raccordement

Si $1{,}3\ I_p > 0{,}8\ I_{ccbi}$, il y a aveuglement de la protection et le départ ne pourra être protégé contre les court-circuits les plus lointains, le raccordement étudié n'est pas possible avec la structure du départ HTA, **il faut revoir les modalités du raccordement**.

Si $1{,}2\ I_{cctriG} > 0{,}8\ I_{ccbi}$ il faut prévoir l'adjonction d'une protection **directionnelle pour prévenir la perte de sélectivité et minimiser le risque de déclenchement non désiré en cas de défaut sur un autre départ HTA.**

NB : il faut également s'assurer que $I_{réglage}$ est compatible avec les courants maximaux de magnétisation des transformateurs HTA/BT mis sous tension par fermeture d'un appareil de coupure chez un utilisateur ou en réseau. Cette vérification n'est nécessaire que si le départ est équipé de réenclencheurs rapides réagissant sur la sortie instantanée de la protection. On vérifiera donc que le courant maximal de magnétisation (5 à 8 IB) des transformateurs mis simultanément sous tension par le départ n'excède par $I_{réglagedépart}$. Le cas échéant, on pourra affiner l'étude par une simulation d'enclenchement de transformateur.

Si une difficulté de réglage apparaît, alors que des producteurs raccordés sur le départ S sont autorisés à être couplés en *schéma départ secourant*, on cherchera dans un premier temps à lever la contrainte en demandant leur découplage dans leur ordre inverse d'arrivée.



<u>Etude des schémas de secours :</u>

<u>Schéma transformateur secouru</u>

On réalise les mêmes vérifications que celles conduites pour le départ HTA en considérant cette fois-ci le schéma départ secourant (N+S) pour le schéma transformateur secouru, la *Pcc HTB* étant prise à son *minimum*.

Si une des conditions essentielles de réglage n'est pas satisfaite du fait de la présence du producteur étudié, on ne modifiera pas la structure du raccordement pour lever la contrainte. La convention d'exploitation prévoira un découplage du producteur *lorsque le schéma transformateur secouru sera mis en œuvre*.

<u>Schéma départ secouru : protection du départ secourant le départ producteur</u>

On conduit les mêmes vérifications que celles conduites pour le départ HTA pour la protection du départ S secourant usuellement le producteur (*en schéma départ secouru*).

Si une des conditions de réglage n'est pas satisfaite du fait de la présence du producteur étudié, on ne modifiera pas la structure du raccordement pour lever la contrainte. La convention d'exploitation prévoira seulement un découplage du producteur *lorsque le schéma départ secouru sera mis en œuvre*.